

(51)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Int. Cl. 2:

H 01 L 21/31

G 03 F 1/00

H 05 K 3/02

Slam

DE 28 35 363 A 1

(11)
(21)
(22)
(43)

Offenlegungsschrift

28 35 363

Aktenzeichen: P 28 35 363.1
Anmeldetag: 11. 8. 78
Offenlegungstag: 13. 3. 80

(30)

Unionspriorität:

(54)

Bezeichnung: **Verfahren zum Übertragen von Strukturen für Halbleiterschaltungen**

(71)

Anmelder: **Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München**

(72)

Erfinder: **Lindert, Gerold, 8013 Haar; Sofronijevic, Dusan, 8000 München**

Recherchenantrag gem. § 28a PatG ist gestellt

DE 28 35 363 A 1

- X -

VPA 78 P 7084 BRD

Patentansprüche

1 ① Verfahren zum Übertragen von Strukturen für Halbleiter-Schaltungen auf eine Fläche, bei dem eine Strukturvorlage mit durchsichtigen, strukturdefinierenden Teilbereichen von Lichtstrahlen durchdrungen wird, die eine in einem vorgegebenen Abstand von der Strukturvorlage befindliche, auf der Fläche aufgebrachte, lichtempfindliche Schicht belichten, so daß auf dieser belichtete und unbelichtete Zonen entstehen, bei dem die Zonen der 10 einen Art mittels eines Ätzvorganges entfernt werden und bei dem die hierdurch strukturierte Schicht zur Strukturierung der Fläche herangezogen wird,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Strukturvorlage, die Grob- und Feinstrukturen enthält,
15 nur im Bereich der Grobstrukturen mit einer teilweise lichtdurchlässigen Schicht belegt wird und daß der Lichtabsorptionsgrad der teilweise lichtdurchlässigen Schicht so gewählt wird, daß sich auf der lichtempfindlichen Schicht innerhalb der projizierten Grob- und
20 Feinstrukturen jeweils Maximalwerte der Belichtungsintensitäten ergeben, die einander soweit angenähert sind, daß die projizierten Grob- und Feinstrukturen einen vorgegebenen Abstand voneinander aufweisen.

25 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Strukturen nach ihren kleinsten Abmessungen in mehrere unterschiedliche Größenbereiche eingeteilt werden, daß die den einzelnen Größenbereichen mit Ausnahme des kleinsten zugeordneten Strukturen mit teilweise lichtdurchlässigen Schichten abgedeckt werden und daß die Lichtabsorptionsgrade der letzteren derart gegeneinander abgestuft werden, daß sich auf der lichtempfindlichen Schicht innerhalb der projizierten Strukturen unabhängig von
30 ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen Größenbereichen
35
40
45
50
55

- 2 - VPA 78 P 7 0 8 4 8 R D

jeweils Maximalwerte der Belichtungsintensitäten ergeben, die einander soweit angenähert sind, daß die projizierten Strukturen jeweils einen vorgegebenen Abstand von- einander aufweisen.

5

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, da-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Auf-
bringen einer teilweise lichtdurchlässigen Schicht auf
die Strukturvorlage auf fotolithografischem Wege er-
10 folgt, wobei eine weitere lichtempfindliche Schicht auf
der Strukturvorlage aufgebracht, selektiv belichtet
und teilweise weggeätzt wird, so daß Öffnungen ent-
stehen, und daß die teilweise lichtdurchlässige Schicht
im Bereich dieser Öffnungen aufgebracht wird.

15

4. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß eine teilweise licht-
durchlässige Chromschicht aufgedampft wird.
20 5. Strukturvorlage zur Durchführung des Verfahrens nach
einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß sie Strukturen enthält,
die nach ihren kleinsten Abmessungen innerhalb von
unterschiedlichen Größenbereichen liegen und daß die
25 den einzelnen Größenbereichen mit Ausnahme des
kleinsten zugeordneten Strukturen mit teilweise licht-
durchlässigen, den Größenbereichen individuell zuge-
ordneten Schichten überzogen sind, wobei die Licht-
absorptionsgrade dieser Schichten umso größer sind,
30 je größer die zugeordneten Größenbereiche sind.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 78 P 7084 BRO

5 Verfahren zum Übertragen von Strukturen für Halbleiter-
schaltungen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Über-
tragen von Strukturen für Halbleiterschaltungen auf eine
10 Fläche nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Unter einer solchen Fläche ist insbesondere die Ober-
fläche einer Platte zu verstehen, die aus einem durch-
sichtigen Material, z.B. Glas, besteht und den Träger
15 für eine Fotomaske darstellt. Zur Herstellung einer
solchen wird die Plattenoberfläche zunächst mit einer
lichtempfindlichen Schicht überzogen, die in bekannter
Weise strukturiert bestrahlt wird, so daß auf ihr be-
lichtete und unbelichtete Zonen entstehen. Von diesen
20 werden die ersten oder letzteren in einem nachfol-
genden Entwicklungsvorgang entfernt. Die auf diese
Weise strukturierte, lichtempfindliche Schicht stellt
dann eine Kontaktmaske dar, die ein selektives Auf-
bringen oder Entfernen von lichtundurchlässigen Schich-
25 ten auf der Platte ermöglicht. Hierbei handelt es sich

St 1 Kg/4.8.78

030011/0028

- 2 - 4

VPA 78 P 7084 BRD

häufig um Chromschichten, die aufgedampft werden. Diese bilden dann entweder ein einzelnes Strukturmuster oder, wenn die Strukturübertragung mehrfach auf jeweils unterschiedliche Teilgebiete der Platte erfolgt, eine Viel-
5 zahl von gleichartigen, nebeneinander liegenden Strukturmustern.

Eine in dieser Weise hergestellte Fotomaske dient dazu, eine lichtempfindliche Schicht, die auf einem Halblei-
10 tersubstrat oder einer dieses abdeckenden, isolierenden oder metallisch leitenden Schicht aufgebracht ist, selektiv zu belichten, um die durch die Maske definierte Struktur mittels an sich bekannter fotolithografischer Verfahrensschritte auf das Substrat oder die abdeckende 15 Schicht zu übertragen.

Mit Verfahren der eingangs erwähnten Art, bei denen die Übertragung eines Strukturmusters auf die Fläche mittels einer Lichtstrahlprojektion erfolgt, ist es bisher auf-
20 grund der Kontrastübertragungseigenschaften der Objektive nicht möglich, neben Grobstrukturen, deren kleinste Abmessungen beispielsweise 4 μ m betragen, auch feine und feinste Strukturen, deren kleinste Abmessungen etwa in einem Größenbereich von 0,5-2 μ m liegen, einwandfrei zu 25 übertragen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, derartige Verfahren, die eine Lichtstrahlprojektion verwenden, gerade im Hinblick auf eine einwandfreie gleich-
30 zeitige Übertragung von Grob- und Feinstrukturen zu verbessern. Das wird gemäß der Erfindung durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Maßnahmen erreicht.

35 Der mit der Erfindung erzielbare Vorteil besteht

- 3 - 5 VPA 78 P 7084 BRD

insbesondere darin, daß auch eng nebeneinander liegende Grob- und Feinstrukturen einwandfrei auf eine zu strukturierende Fläche projiziert werden und daß die durch Beugungs- und Lichtstreuungseffekte gegebene gegenseitige

5 Beeinflussung der Einzelstrukturen kompensiert wird.

Anhand der Figuren 1 und 2 sollen zunächst die Probleme einer Grob- und Feinstrukturübertragung mittels einer einzigen Strukturvorlage näher erläutert werden. In

10 Fig. 1 ist auf eine zu strukturierende Fläche 1 ein quadratisches Fenster 2 mit einer Seitenlänge von etwa 20 μm und im Abstand von 1 μm neben der rechten Seite desselben eine streifenförmige Struktur 3 von 1 μm Breite zu übertragen. Dabei wird eine Strukturvorlage 1' verwendet, die ein solches Strukturmuster 2', 3' in Form von durchsichtigen Bereichen auf einer im übrigen mit einer lichtundurchlässigen Schicht abgedeckten Trägerplatte aufweist. Nach einer Belichtung der mit einer lichtempfindlichen Schicht überzogenen Fläche 1 durch 15 20 Lichtstrahlen 4, die aus einer Lichtquelle 5 stammen, die Strukturvorlage 1' durchdringen und gegebenenfalls in einer Optik 5a gesammelt werden, um gleichzeitig eine Verkleinerung, beispielsweise um den Faktor 10, zu erzielen, ergibt sich entlang der Linie A-A eine Verteilung der Belichtungsintensität, wie sie in Fig. 2 dargestellt wird. In dem dort gezeigten Diagramm ist über jedem Punkt der mit der Linie A-A zusammenfallenden Abszisse x der sich hieraus ergebende Wert der Belichtungsintensität J auf der lichtempfindlichen Schicht in Richtung der Ordinate aufgetragen.

30 Im einzelnen ergibt die Belichtung der lichtempfindlichen Schicht auf der Fläche 1 durch das quadratische Fenster 2' unter Berücksichtigung der Beugung und Streuung der Lichtstrahlen 4 eine Verteilung entsprechend der Kurve 6,

- 4- 6 VPA 78 P 7084 BRD

wobei der Intensität J im Bereich des Punktes 7, d.h. für x = 0, eine relative Größe von 100% zugeordnet s in soll. Im Bereich der rechten Kante des Fensters 2 nimmt die Intensität stark ab. Unter der Annahme, daß eine

5 Intensität von etwa 50% ausreicht, um die lichtempfindliche Schicht in einem nachfolgenden Entwicklungsvorgang vollständig wegzuätzen, ergibt sich ein Punkt a, durch den die rechte Kante 8 des abzubildenden Fensters 2 verläuft. Links von der Kante 8 wird das Material der lichtempfindlichen Schicht vollständig weggeätzt, rechts davon bleibt zumindest ein Teil dieser Schicht bestehen.

Berücksichtigt man die gleichzeitige Belichtung der Fläche 1 durch die Struktur 3', so ergibt sich eine weitere

15 Intensitätsverteilung gemäß der Kurve 9. Diese weist wegen der relativ geringen Breite der Struktur 3' ein Intensitätsmaximum auf, das in diesem Beispiel nur bei etwa 55% liegt. Da sich auf die lichtempfindliche Schicht über der Fläche 1 die Summenkurve 10 der Belichtungsintensitäten auswirkt, sind alle Orte, deren Abszissenwerte kleiner sind als a1, mit einer Belichtungsintensität belegt, die größer ist als 50%, so daß sie nachfolgend weggeätzt werden. Man erkennt hieraus, daß es bei den angegebenen Bemessungsverhältnissen der Strukturen 2 und 25 3 nicht möglich ist, diese mittels eines üblichen Projektionsverfahrens dicht nebeneinander auf die Fläche 1 zu übertragen. Anstelle der beiden Einzelstrukturen 2 und 3 ergibt sich vielmehr eine etwa rechteckige Struktur 11, die in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnet ist.

30 Gemäß der Erfindung wird bei der Übertragung des in Fig. 1 dargestellten Strukturmusters 2', 3' auf die Fläche 1 so vorgegangen, daß die Strukturvorlage 1' im Bereich der Grobstruktur 2' zunächst mit einer teilweise lichtdurch-

- 5 - 7 VPA 78 P 7084 BR0

lässigen Schicht 15 belegt wird, die strichpunktiert
eingezeichnet ist.

5 Die Belegung mit der Schicht 15 erfolgt dabei mittels an
sich bekannter fotolithografischer Schritte, so z.B.
mittels einer auf der Strukturvorlage 1' aufgebrachten,
weiteren lichtempfindlichen Schicht, die in einem Be-
reich, der der strichpunktierten Linie 15 in Fig. 1 ent-
spricht, selektiv belichtet und sodann weggeätzt wird.

10 Durch die entstandene Öffnung wird dann die teilweise
lichtdurchlässige Schicht auf die Strukturvorlage 1'
aufgebracht. Dies kann z.B. in der Weise geschehen, daß
eine lichtdurchlässige Chromschicht ganzflächig aufge-
dampft wird und die außerhalb der strichpunktierten Li-
15 nie 15 liegenden Teile derselben zusammen mit der dort
verbliebenen, weiteren lichtempfindlichen Schicht ent-
fernt werden.

20 Es folgt eine Belichtung der Fläche 1 bzw. der diese be-
deckenden, lichtempfindlichen Schicht durch die mit der
Schicht 15 belegte Strukturvorlage 1'. Der Absorptions-
grad der Schicht 15 wird dabei so bemessen, daß sich auf
der lichtempfindlichen Schicht innerhalb der projizierten
Grobstruktur 2 und innerhalb der projizierten Feinstruk-
25 tur 3 jeweils Maximalwerte der Belichtungsintensitäten
ergeben, die einander soweit angenähert sind, daß diese
Strukturen einen vorgegebenen Abstand voneinander haben.
Wie in Fig. 3 veranschaulicht ist, entsteht so innerhalb
der projizierten Grobstruktur 2 ein Maximalwert der Be-
30 lichtungsintensität, der entsprechend der Skala von Fig. 2
bei etwa 60% liegt, während innerhalb der projizierten
Finstruktur 3 ein Maximalwert von 55% auftritt. Dabei
ergeben sich Verteilungskurven 12 und 13 der Lichtinten-
sitäten. Bildet man aus diesen eine Summenkurve 14, so

- 6 - 8 VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

erkennt man, daß bei den Abszissenwerten $x = a'$, $x = a1'$ und $x = a2'$ jeweils die Grenzwerte der Belichtungsintensität auftreten, bei denen sich die Kanten der abgebildeten Strukturen ergeben. Im einzelnen gehört der links-
5 seitig von a' liegende Abszissenbereich zu dem Fenster 2, der zwischen $a2'$ und a' liegende Bereich zu dem zwischen den beiden Strukturen gebildeten Steg und der zwischen $a2'$ und $a1'$ liegende Bereich zu der bandförmigen Feinstruktur 3. Die Grobstruktur 2 und die Feinstruktur 3
10 sind also auf der Fläche 1 deutlich unterscheidbar und damit abbildbar, wobei die durch die Punkte a' und $a2'$ verlaufenden Kanten einen vorgegebenen Abstand voneinander aufweisen.

15 Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens nach der Erfindung kann man bei einem Strukturmuster mit vielen Einzelstrukturen die letzteren nach ihren kleinsten Abmessungen auf mehrere Größenbereiche aufteilen, wobei die den einzelnen Größenbereichen mit Ausnahme des kleinsten
20 zugeordneten Strukturen mit teilweise lichtdurchlässigen Schichten abgedeckt werden. Dabei sind dann die Lichtabsorptionsgrade der letzteren entsprechend den Größenbereichen, denen die jeweiligen Strukturen angehören, gegeneinander abgestuft, und zwar derart, daß sie umso
25 größer sind, je größer die zugeordneten Größenbereiche sind. Im einzelnen sind die Lichtabsorptionsgrade so gewählt, daß sich auf der die Fläche 1 bedeckenden, lichtempfindlichen Schicht innerhalb der projizierten Strukturen ungeachtet ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen
30 Größenbereichen jeweils Maximalwerte der Belichtungintensitäten ergeben, die einander so weitgehend angeglichen sind, daß die projizierten Strukturen jeweils einen vorgegebenen Abstand voneinander aufweisen.

- 7 - 9 VPA 78 P 7084 BRD

Das Verfahren nach der Erfindung kann mit besonderem Vorteil zur Strukturübertragung von einer Strukturvorlage auf eine Trägerplatte zum Zwecke der Herstellung einer Fotomaske herangezogen werden. Andererseits kann 5 es auch in vorteilhafter Weise zur strukturellen Definition von Diffusions- oder Implantationsgebieten auf einem Halbleitersubstrat oder einer Halbleiterschicht angewendet werden. Dabei besteht die zu strukturierende Fläche aus der Oberfläche des Halbleitersubstrats bzw. 10 der Halbleiterschicht oder aus einer diese bedeckenden Maskierungsschicht, z.B. aus SiO_2 . Wird das Verfahren weiterhin zur Bildung von Gatestrukturen einer integrierten Schaltung herangezogen, so besteht die zu strukturierende Fläche aus einer metallischen Beschichtung 15 oder einer polykristallinen, hochdotierten Siliziumschicht, die auf einem Halbleitersubstrat aufgebracht ist. In jedem der vorstehenden Anwendungsfälle wird die zu strukturierende Fläche mit einer lichtempfindlichen Schicht überzogen, auf die ein durch eine Strukturvorlage ge- 20 gebenes Strukturmuster mittels Lichtstrahlen projiziert wird. Nach der Herstellung der aus den unbelichteten oder belichteten Zonen der lichtempfindlichen Schicht bestehenden Kontaktmaske erfolgt dann jeweils die strukturelle Definition der Diffusionsgebiete oder Implan- 25 tionsgebiete auf dem Halbleitersubstrat, der Maskierungs- schicht oder der Gatebeschichtung.

5 Patentansprüche

3 Figuren

Zusammenfassung

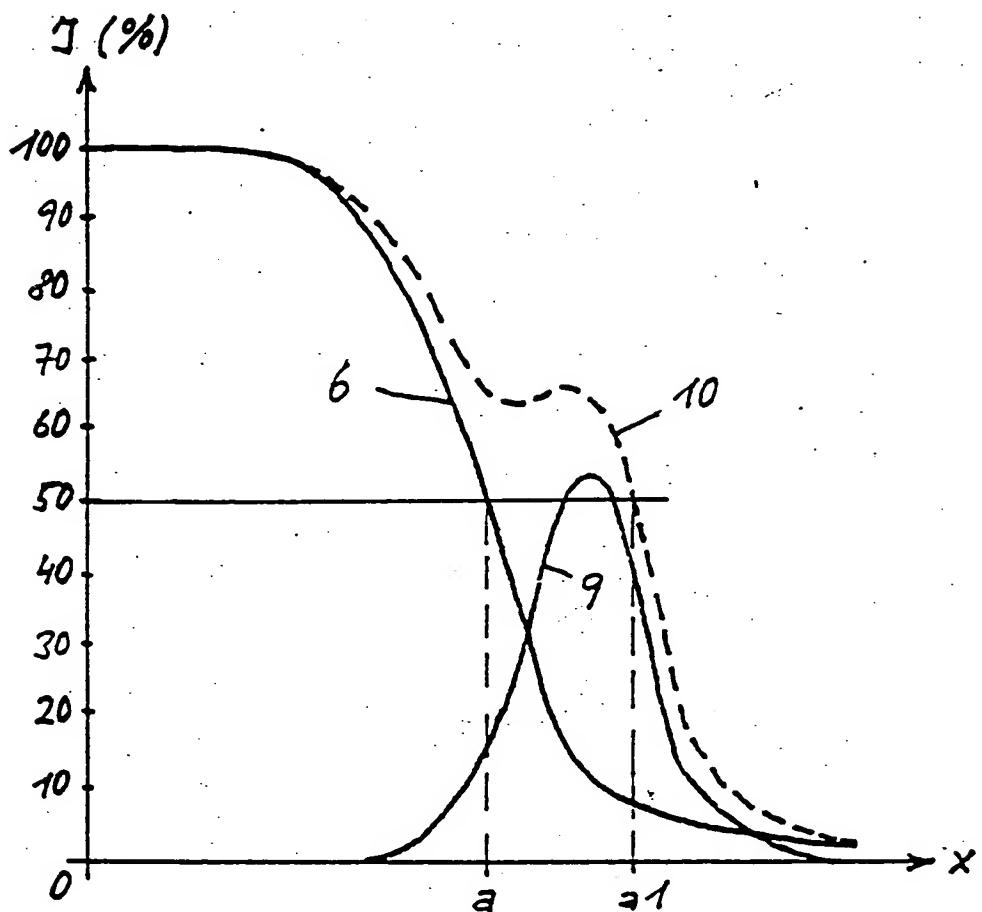
78 P 7084 BRD

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Übertragen von Strukturen (2,3) für Halbleiterschaltungen auf eine Fläche (1), bei dem eine in einem vorgegebenen Abstand von der Fläche angeordnete Strukturvorlage (1') mit strukturdefinierenden, durchsichtigen Teilbereichen (2',3') von Lichtstrahlen (4) durchdrungen wird. Mit diesen Lichtstrahlen (4) wird eine auf der Fläche (1) aufgebrachte, lichtempfindliche Schicht belichtet, worauf weitere fotolithografische Schritte zur Strukturierung der lichtempfindlichen Schicht und der darunterliegenden Fläche erfolgen. Bei Verfahren dieser Art wird eine einwandfreie Übertragung von dicht nebeneinanderliegenden Grob- und Feinstrukturen angestrebt. Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Strukturvorlage (1') selektiv mit einer teilweise lichtdurchlässigen Schicht (15) belegt wird, die jenen Teil der Vorlage (1') bedeckt, der die Grobstrukturen (2') enthält. Das Verfahren nach der Erfindung findet bei der Herstellung von Halbleiterschaltungen oder von Masken für Halbleiterschaltungen Anwendung. (Fig.1).

2835363
78 P 7084 BRD

- 11 -

Fig. 2



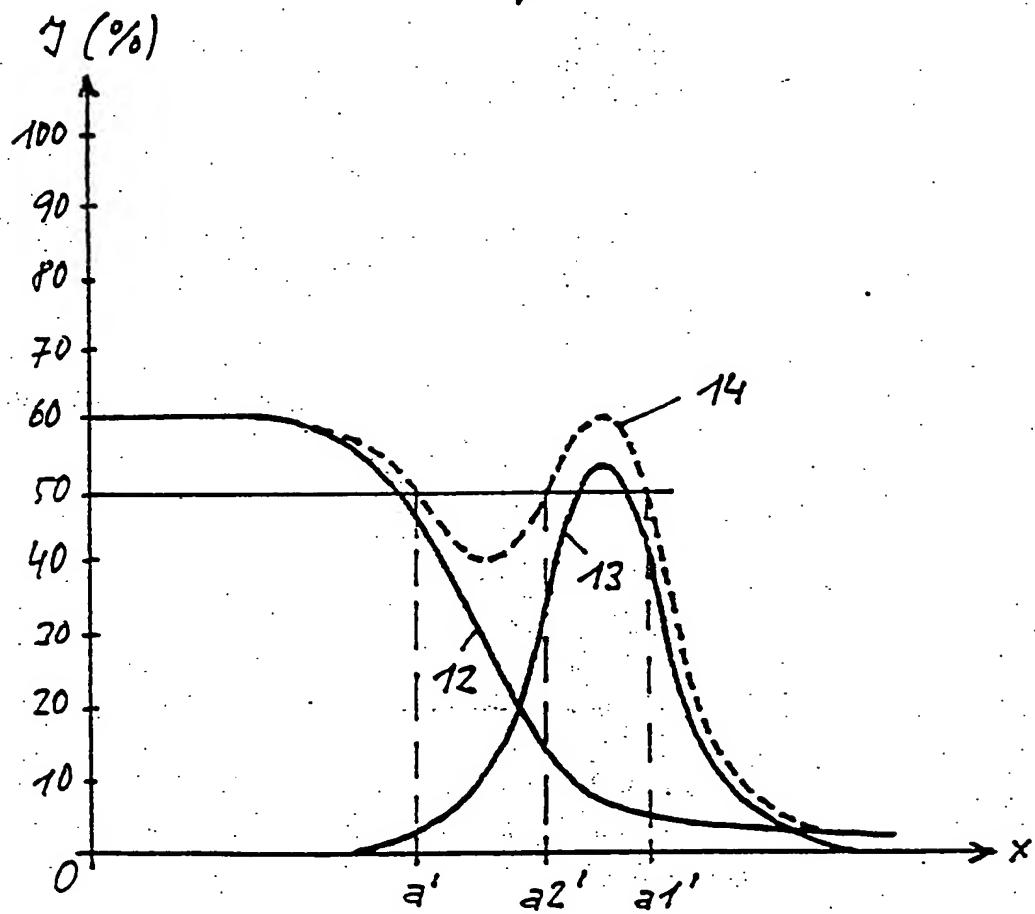
030011/0029

VPA 76 E 7137
(3/2) FL Mech
st

2835363
78 P.7084 BRD

12

Fig. 3



VPA 76 E 7137
(3/3) FL Hch
st

030011/0029

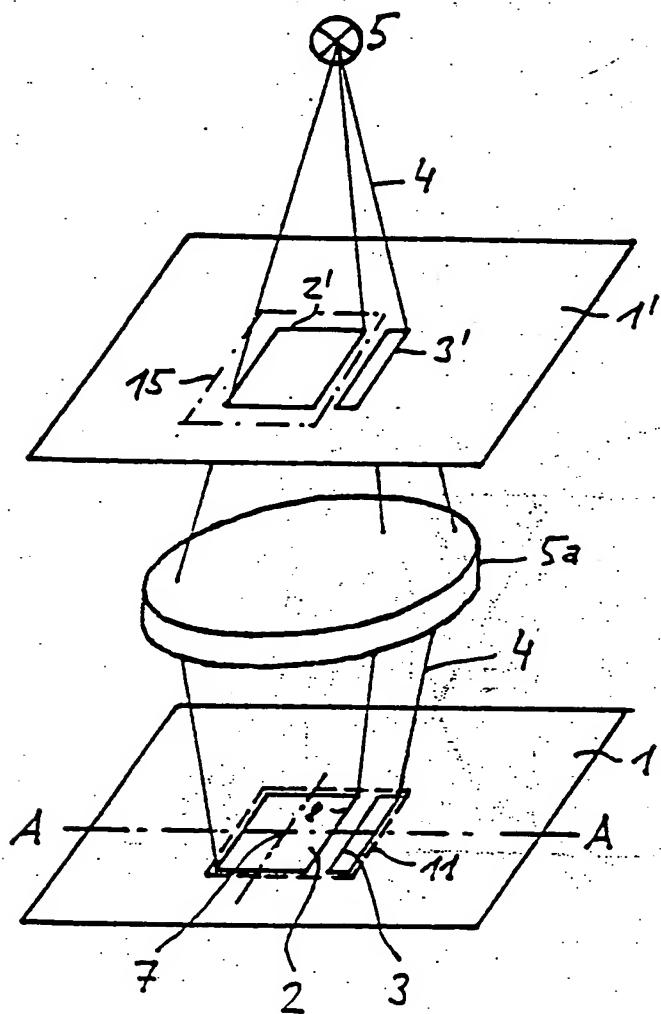
78 P 7084 BRD

Nummer: 28 35 363
Int. Cl. 2: H 01 L 21/31
Anmeldetag: 11. August 1978
Off. Anlegungstag: 13. März 1980

-13-

2835363

Fig. 1



VPA 76 E 7137
(3/1) FL Mch
st

030011/0028